Digestibilidade e parâmetros ruminais de rações contendo silagens de resíduo da filetagem de tilápia

Luiz Juliano Valério Geron[1], Lúcia Maria Zeoula[1*], Rose Meire Vidotti[2], Kátia Cylene Guimarães[1], Ricardo Kazama[1] e Fabio Cortez Leite de Oliveira[1]

*[1]Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. [2]Centro de Pesquisa Tecnológica de Pesquisa do Pescado Continental, Instituto de Pesca, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: lmzeoula@uem.br*

RESUMO. Avaliou-se o coeficiente de digestibilidade (CD) total e parcial dos nutrientes, parâmetros ruminais e eficiência microbiana de rações com silagem ácida do resíduo da filetagem de tilápia (SART), silagem fermentada do resíduo da filetagem de tilápia (SFRT) e farinha de peixe (FAPE). Foram utilizados três novilhos da raça Holandesa (330 kg de peso corporal), distribuídos em delineamento quadrado latino 3 x 3. O óxido de cromo foi utilizado como indicador externo do fluxo de MS duodenal e fecal. O CD total e parcial dos nutrientes, não diferiu entre as rações experimentais. O CD total do extrato etére o (EE) foi maior ($p<0,05$) para as rações com SART e SFRT. O CD intestinal do EE para a ração com FAPE foi menor ($p<0,05$) em relação às rações com SART e SFRT. Não houve efeito da inclusão das fontes de proteína sobre o pH e concentração de nitrogênio amoni acal do líquido ruminal e eficiência da síntese microbiana. A inclusão de 8% da SART e SFRT nas rações de ruminantes pode ser utilizada sem a ocorrência de diminuição na digestão dos nutrientes.

Palavras-chave: eficiência microbiana, nitrogênio amoniacal, pH ruminal.

ABSTRACT. Digestibility and ruminal parameters of rations containing tilapia filleting by-product silages. It was evaluated total and partial digestibility coefficient (DC) of nutrients, ruminal parameters and microbial efficiency synthesis of rations with acid silage of tilapia filleting by-product (ASTB), fermented silage of tilapia filleting by-product (FSTB) and fish meal (FIME). Three Holstein steers (330 kg of body weight) were used, distribute in a 3 x 3 Latin Square Design. The chromium oxide was used as external marker of duodenal and fecal dry matter flow. The total and partial DC of nutrients didn't differ ($p>0.05$) among experimental rations. The total DC of ethereal extract was higher ($p<0.05$) on rations with ASTB and FSTB. The intest inal DC of ethereal extract on ration with FIME was lower ($p<0.05$) regarding to rations with ASTB and FSTB. There wasn't inclusion effect of protein sources on pH and ammonia nitrogen concentration of ruminal fluid and microbial efficiency synthesis. The inclusion of 8% of ASTB and FSTB on ruminants'rations can be used without decreasing at nutrients digestion.

Key word: microbial efficiency, ammonia nitrogen, ruminal pH.

Introdução

A utilização de subprodutos agrícolas ou agroindustriais distingue-se pela existência de um mercado definido para sua comercialização (Burgi, 2000). Diversos subprodutos carecem de estudos para serem empregados em larga escala, minimizando seu efeito poluente. Dentre eles, destaca-se os resíduos da filetagem de tilápia (cabeça, carcaça e vísceras).

O resíduo da indústria pesqueira é uma alternativa para a elaboração de ensilados, pois possui alto valor biológico (Windsor e Barlow, 1984) e baixo custo, podendo constituir como ingrediente de rações, além de evitar a contaminação ambiental.

O processo da filetagem de tilápia gera 65 a 70% de resíduo (rico em proteína), na qual é descartado pelo Serviço de Inspeção Federal do Ministério da Agricultura por não estar apto ao consumo humano, embora não esteja em estado de deterioração (Vidotti, 2001).

O resíduo de tilápia apresenta 68,6% de umidade, 42,9% PB, 34,6% de EE e 16,3% de MM (% na MS), e os valores médios após o processo de ensilagem por acidificação e fermentação foram de 62,4 e 62,5% de umidade, 42,4 e 44,9% de PB, 25,7 e 30,2% de EE e 11,3 e 12,4% de MM (% MS),

respectivamente (Vidotti, 2001).

De acordo com Nicholson e Johnson (1991), aproximadamente 15% da PB do hidrolisado de Arenque era proteína verdadeira, o nitrogênio amoniacal foi estimado em 8% da proteína bruta e a maior parte do restante era peptídeos e aminoácidos livres. A PB do hidrolisado de arenque foi tão resistente quanto à farinha de peixe para a deaminação quando fermentada no rúmen e mais resistente que a PB da soja.

O ensilado de peixe é uma fonte que se assemelha com a farinha de peixe no perfil de seus componentes, mas difere quanto ao comportamento no trato digestivo do animal, pois é facilmente degradável no rúmen (Ouellet *et al.*, 1997). Zeoula *et al.* (2003) observaram valores para a degradabilidade efetiva da PB (5%/h) de 76,1% para a SART e de 80,6% para a SFRT e digestibilidade intestinal *in vitro* da proteína não degradável no rúmen (PNDR) de 93,65 e 84,32% da PB e concluíram que são alimentos que contém proteína de alta degradabilidade ruminal e de alta digestibilidade intestinal.

Estudo realizado por Zeoula *et al.* (2004) sobre a determinação das frações nitrogenadas da SART, SFRT e farinha de peixe (FAPE) demonstrou que os valores da fração A (solúvel) foram de 59,53, 74,44 e 10,95% da PB, respectivamente. Estes autores concluíram que a SART e SFRT são alimentos com alto teor de nitrogênio não protéico e peptídeos degradáveis no rúmen com valores para a fração A + B_1, respectivamente, de 59,57 e 74,75% da PB, e de proteína verdadeira (B_2 + B_3) de 39,95 e 24,97% da PB, respectivamente.

No entanto, há pouca informação sobre a utilização da silagem do resíduo da filetagem de tilápia na alimentação de ruminantes. Sendo assim, o objetivo no presente trabalho foi avaliar o efeito das silagens ácida e fermentada do resíduo da filetagem de tilápia e farinha de peixe sobre o coeficiente de digestibilidade parcial e total dos nutrientes, concentração de nitrogênio amoniacal, pH do líquido ruminal e eficiência da síntese microbiana, em bovinos.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal, pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná.

Foram utilizados três bovinos da raça Holandesa, castrados, peso corporal médio de 330 kg, providos de cânulas ruminal e duodenal (tipo "T"), mantidos individualmente em baias cobertas, com as laterais fechadas com madeira e com higienização diária.

O resíduo da filetagem de tilápia (REFT) (cabeça, escamas, nadadeiras, cauda, coluna dorsal e músculo) foi obtido de uma indústria de filetagem, localizada no município de Euclides da Cunha, Estado de São Paulo. O material foi processado em moinho de açougue com peneira contendo crivos de 10 mm. A massa moída do REFT foi submetida a dois processos de conservação: 1º) acidificação com 2% volume/peso (v/p) de ácido sulfúrico e 2% v/p de ácido fórmico (silagem ácida do resíduo da filetagem de tilápia - SART) e 2º) fermentação com a adição de 5,0% peso/peso (p/p) de iogurte natural *lactobacillus* ssp., 15,0% p/p de melaço de cana-de-açúcar e 0,25% p/p de ácido sórbico por kg de REFT (silagem fermentada do resíduo da filetagem de tilápia - SFRT).

O REFT foi conservado em tambores de plástico (200 litros). Durante o processo de confecção da silagem, a massa do REFT foi estratificada em água, massa e gordura. Desta forma, a massa do REFT foi homogeneizada uma vez por dia nos primeiros sete dias, uma vez a cada três dias até completar o vigésimo dia com o objetivo de estabilizar a conservação do material. Foram produzidos 170 kg da SART e 180 kg da SFRT na matéria natural. Na SART, adicionou-se 2,5% de carbonato de cálcio para elevar o valor do pH de 2,5 para 4,0.

As rações foram balanceadas, de acordo com o NRC (1996), para apresentarem 1,6 Mcal kg^{-1} de energia líquida de mantença, 14% de proteína bruta (PB). A composição química dos alimentos utilizados para a formulação das rações pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química dos alimentos.
Table 1*. Chemical composition of feeds.*

[1]SART: silagem ácida do resíduo da filetagem de tilápia; [2]SFRT: silagem fermentada do resíduo da filetagem de tilápia; [3]FAPE: farinha de peixe. PDR: proteína degradável no rúmen. *valor obtido em ensaio *in situ*; ** valores obtidos de tabela.
*[1]ASTB: acid silage of tilapia filleting by-product; [2]FSTB: fermented silage of tilapia filleting by-product; [3]FIME: fish meal; RDP: rumen degradable protein. *obtained value from in situ assay; ** obtained values from tables.*

A composição porcentual e química das três rações experimentais, contendo diferentes fontes de PB (silagem ácida do resíduo da filetagem de tilápia - SART, silagem fermentada do resíduo da filetagem de tilápia - SFRT e farinha de peixe – FAPE) encontra-se na Tabela 2. A relação volumoso:concentrado foi de 60:40.

Os animais receberam diariamente 50 g de sal mineral, com 13% P, 17% Ca, 1% Mg, 2,4% S, 500 ppm de Fe, 800 ppm de Cu, 500 ppm de Mn, 50 ppm de I e 300 ppm de Co.

As rações foram fornecidas aos animais duas vezes ao dia, em duas porções iguais, pela manhã às 8

horas e à tarde às 16 horas. A SART e SFRT não foram misturadas no concentrado devido ao seu elevado teor de EE e umidade, que dificultava a homogeneização e conseqüente formação de grumos. Desta forma, o fornecimento da ração foi realizado da seguinte maneira: a silagem de milho foi colocada no fundo do cocho e sobre ela o concentrado e a SART ou SFRT e, em seguida, foi realizada a homogeneização dos alimentos manualmente.

Tabela 2. Composição porcentual e química das rações experimentais.
Table 2. *Percentual and chemical composition of experimental rations.*

Alimentos *Feeds*	Rações experimentais *Experimental rations*		
	SART[1] *ASTB*	SFRT[2] *FSTB*	FAPE[3] *FIME*
Milho *Corn*	16,4	18,7	26,7
Farelo de soja *Soybean meal*	10,5	11,3	9,3
SART *ASTB*	8,0	-	-
SFRT *FSTB*	-	8,0	-
FAPE *FIME*	-	-	5,0
Silagem de milho *Corn silage*	64,1	61,0	58,0
Minerais *Mineral*	1,0	1,0	1,0
Total *Total*	100,0	100,0	100,0
Nutrientes *Nutrients*			
Matéria seca *Dry matter*	45,15	47,04	53,31
Matéria orgânica (% MS) *Organic matter (% DM)*	92,39	92,88	93,26
Matéria mineral (% MS) *Mineral matter (% DM)*	7,61	7,22	6,74
Proteína bruta (% MS) *Crude protein (% DM)*	13,61	13,56	13,34
Extrato etéreo (% MS) *Ethereal extract (% DM)*	4,85	4,88	2,27
Fibra em detergente neutro (% MS) *Neutral detergent fiber (% DM)*	42,78	41,47	40,78
Energia líquida de mantença[4] (Mcal kg^{-1}) *Maintance liquid energy*	1,7	1,7	1,7
% PDR[5] (% da PB) *RDP (% of CP)*	64,75	64,46	60,48

[1]SART: ração contendo silagem ácida do resíduo da filetagem de tilápia; [2]SFRT: ração contendo silagem fermentada do resíduo da filetagem de tilápia; [3]FAPE: ração contendo farinha de peixe; [4]Valores estimados a partir de dados tabelados e por análise química dos alimentos; [5]PDR: proteína degradável no rúmen.
[1]ASTB: ration with acid silage of tilapia filleting by-product; [2]FSTB: ration with fermented silage of tilapia filleting by-product; [3]FIME: ration with fish meal; [4]Estimated values from table data and from chemical analisys of feeds; [5]RDP: rumen degradable protein.

Os animais foram pesados no final de cada período de adaptação e no último dia de cada período de coleta para calcular a quantidade de alimento fornecido, na qual foi restrita a 2,0% do peso corporal (PC).

O experimento teve duração de 63 dias, divididos em três períodos de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais e 7 dias de coletas. Durante cada período de coleta, foram amostrados cerca de 200 mL de digesta duodenal e 100 g de fezes diretamente no reto, com intervalo de 12 horas e um incremento de duas horas entre dias consecutivos, num total de 12 amostras por animal. As amostras foram armazenadas em sacos de plástico, devidamente etiquetados, e congeladas a -20ºC.

Após o período de coleta, as amostras de alimento, fezes e digesta duodenal foram secas em estufa com ventilação forçada de ar, a 55ºC por 96 horas, moídas individualmente em peneiras com crivos de 1 mm e misturadas em quantidades iguais, com base no peso seco, para formar amostras compostas de fezes e digesta duodenal por animal e por ração.

No primeiro dia de coleta de cada período experimental, coletou-se líquido ruminal (70 mL), via cânula ruminal, nos tempos zero (que antecede a primeira alimentação) duas, quatro, seis e oito horas após a alimentação da manhã. O pH foi medido imediatamente após a coleta. Aproximadamente 50 mL foram acidificados com 1 mL de ácido sulfúrico 1:1 para determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH_3).

Para determinação dos fluxos diários de MS, nas fezes e na digesta duodenal, foi utilizado o óxido crômico. Foram fornecidas duas doses intra-ruminais diariamente (às 8h e às 16h) de cinco gramas de óxido crômico, previamente pesadas e acondicionadas em papel higroscópio. Para a determinação do fluxo duodenal de proteína microbiana, foram utilizadas as bases purinas, quantificadas conforme técnica descrita por Ushida *et al.* (1985). A eficiência de síntese microbiana foi determinada de acordo com as recomendações de Cecava *et al.* (1990).

A digestibilidade total e parcial da MS, MO, PB, EE e FDN foi calculada de acordo com as fórmulas descritas por Silva e Leão (1979). Os valores de energia digestível foram obtidos a partir do coeficiente de digestibilidade da energia bruta (EB). Os valores de energia metabolizável, energia líquida de mantença e energia líquida de ganho foram calculados conforme equações descritas por Sniffen *et al.* (1992).

As determinações de MS, MO, PB, EE e EB das amostras de fezes, digesta duodenal, sobras e dos alimentos foram realizadas de acordo com as metodologias citadas por Silva e Queiroz (2002). A determinação da FDN foi realizada de acordo com Van Soest *et al.* (1991).

As concentrações de cromo nas amostras de digesta duodenal e fezes foram determinadas por espectrometria de absorção atômica após digestão nitro-perclórica. A dosagem de N-NH_3 nas amostras de líquido ruminal foi feita pela técnica de Ferner

(1965), modificada por Vieira (1980). A determinação da EB foi feita por meio de bomba calorimétrica (Parr).

Foi utilizado um delineamento experimental em quadrado latino 3 x 3, com três animais, três períodos e três rações, para comparar os locais de digestão dos nutrientes. As análises estatísticas das variáveis estudadas foram interpretadas por meio de análise de variância (UFV, 1997). A diferença entre as médias das rações foi determinada pelo teste de Tukey com 5% de significância. O modelo estatístico utilizado foi: Yijk = μ + Ai + Pj + Tk + eijk; em que: Yijk: observação do efeito do tratamento k, no período j, no animal i; μ: constante geral da variável; Ai: efeito do animal i; i: 3 animais; Pj: efeito de período j; j = 3 períodos; Tk: efeito das rações experimentais e eijk: erro aleatório associado a cada observação.

Para os valores observados de pH e $N\text{-}NH_3$ no líquido ruminal, foram dispostos as rações em esquema de parcelas subdivididas, e os tempos de amostragem, como subparcelas.

Resultados e discussão

Os consumos de MS, MO, PB, EE e FDN para as três rações experimentais são apresentados na Tabela 3. O consumo de matéria seca (MS) foi restrito (2% do PC), para que o efeito sobre o coeficiente de digestibilidade fosse mínimo. Entretanto, observou-se que os animais não atingiram a quantidade padronizada para o consumo de MS das rações com uma média de 1,7%. Mesmo sem diferença (p>0,05) entre as rações sobre o consumo de MS (% PC), observa-se que a ração com FAPE apresentou consumo inferior em 16,4 e 11,8% em relação às rações com SART e SFRT, respectivamente. Embora tenha sido utilizado teor 5% de FAPE, recomendado para a formulação de rações para bovinos, e por ser o único ingrediente que diferiu entre as demais, é provável que esta fonte protéica pudesse estar influenciando a aceitabilidade, conseqüentemente diminuindo o consumo desta ração.

Os consumos dos demais nutrientes avaliados, semelhantes ao consumo de MS, não diferiram (p> 0,05) com exceção para o consumo EE que foi inferior (p<0,05) para a ração com FAPE. Provavelmente, a ração com FAPE, por apresentar em sua composição menor teor de EE (2,27 *vs* 4,86%) em relação à ração com SART e SFRT e também devido à diferença numérica do consumo de MS (% PC), que foi menor para a ração com FAPE, refletiram na menor ingestão de EE.

Tabela 3. Consumos médio diário das rações experimentais.
Table 3. *Average daily intake of experimental rations.*

	Consumo *Intake*	Rações experimentais *Experimental rations*			CV%
		SART[1] *ASTB*	SFRT[2] *FSTB*	FAPE[3] *FIME*	*VC*%
MS *DM*	g $kg^{-0,75}$	77,8	74,8	65,1	19,6
	% Peso corporal *% of body weight*	1,8	1,7	1,5	21,0
	g dia^{-1} *g day^{-1}*	5940,0	6000,0	5004,3	15,9
MO *OM*	g $kg^{0,75}$	71,9	69,5	60,3	19,9
	% Peso corporal *% of body weight*	1,7	1,6	1,4	21,3
	g dia^{-1} *g day^{-1}*	5485,7	5575,6	4634,3	16,4
PB *CP*	% Peso corporal *% of body weight*	0,2	0,2	0,2	19,4
	g dia^{-1} *g day^{-1}*	801,1	821,5	686,6	13,7
EE *EE*	% Peso corporal *% of body weight*	0,09	0,08	0,03	22,3
	g dia^{-1} *g day^{-1}*	285,2^{A}	276,3^{A}	93,2^{B}	19,2
FDN *NDF*	% Peso corporal *% of body weight*	0,8	0,7	0,6	20,5
	g dia^{-1} *g day^{-1}*	2481,3	2444,5	2035,8	14,3

Médias nas mesmas linhas, seguidas de letras diferentes, diferem (p<0,05) pelo teste de Tukey. [1]SART: ração contendo silagem ácida do resíduo da filetagem de tilápia; [2]SFRT: ração contendo silagem fermentada do resíduo da filetagem de tilápia; [3]FAPE: ração contendo farinha de peixe; CV: coeficiente de variação.
Averages on the same line followed by different letters differs (p<0.05) through Tukey test. [1]ASTB: ration with acid silage of tilapia filleting by-product; [2]FSTB: ration with fermented silage of tilapia filleting by-product; [3]FIME: ration with fish meal; VC: variation coefficient.

Os coeficientes de digestibilidade total (CDT), ruminal (CDR) e intestinal (CDI) da MS, e demais nutrientes das rações experimentais estão apresentados na Tabela 4. A adição das SART, SFRT e FAPE nas rações fornecidas aos novilhos não influenciaram (p>0,05) o CDT da MS, MO, PB e FDN, com médias de 61,0, 64,9, 62,4 e 42,1%, respectivamente.

Entretanto, alteraram (p<0,05) o CDT do EE, sendo que o CDT do EE obtido para as rações com SART (92,4%) e SFRT (93,2%) foram maiores em relação ao da ração com FAPE (80,7%). O maior CDT do EE das rações com SART e SFRT em relação à ração com FAPE, provavelmente se deve ao maior teor de EE das rações em relação à ração com FAPE. Valores inferiores aos observados foram apresentados por Ouellet *et al.* (1997) para o CDT do EE e para rações com suplementação com hidrolisado protéico de peixe (71,0%) e FAPE (71,8%).

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade total, ruminal e intestinal dos nutrientes para as rações experimentais (% total digerido).
Table 4. *Total, ruminal and intestinal digestibility coefficients of nutrients from experimental rations (% of total digested).*

Nutrientes *Nutrients*	Rações experimentais *Experimental rations*			CV%
	SART[4] *ASTB*	SFRT[5] *FSTB*	FAPE[6] *FIME*	*VC*%
	Coeficiente de digestibilidade total *Total digestibility coefficient*			
MS *DM*	61,30	60,92	60,75	5,70
MO	65,43	64,91	64,37	4,12

OM				
PB	62,87	63,13	61,12	4,59
CP				
EE	92,39[A]	93,16[A]	80,76[B]	3,88
EE				
FDN	41,96	41,48	42,85	2,45
NDF				
Coeficiente de digestibilidade ruminal *Ruminal digestibility coefficient*				
MS	52,31	52,07	49,97	4,05
DM				
MO	65,99	65,31	63,85	3,51
OM				
PB[1]	4,31	4,94	2,96	47,50
CP				
PB	6,91	7,81	4,79	50,49
CP				
EE	3,36	3,16	2,69	217,22
EE				
FDN	97,78	96,78	98,54	7,73
NDF				
Coeficiente de digestibilidade intestinal *Intestinal digestibility coefficient*				
MS	47,69	47,93	50,03	5,02
DM				
MO	34,01	34,69	36,15	6,71
OM				
PB	93,09	92,19	95,21	5,51
CP				
EE	96,64	96,84	97,31	36,88
EE				
EE[1]	92,10[A]	92,91[A]	80,35[B]	16,05
EE				

Médias nas mesmas linhas, seguidas de letras diferentes , diferem (p<0,05) pelo teste de Tukey. 1: % do que chega; [4]SART: ração contendo silagem ácida do resíduo da filetagem de tilápia; [5]SFRT: ração contendo silagem fermentada do resíduo da filetagem de tilápia; [6]FAPE: ração contendo farinha de peixe.
Averages on the same line followed by different letters differs (p<0.05) through Tukey test. 1: % of total intake; [4]ASTB: ration with acid silage of tilapia filleting by-product; [5]FSTB: ration with fermented silage of tilapia filleting by-product; [6]FIME: ration with fish meal.

O valor do CDT da FDN das rações mostrou que a porcentagem de EE não interferiu na digestibilidade da fibra, já que os teores de EE das rações ficaram abaixo de 5%. Entretanto, Ouellet *et al.* (1997) observaram um aumento (p<0,05) no CDT da FDN para o tratamento com FAPE de 67,6% em relação ao hidrolisado protéico de peixe de 65,8%, sugerindo que o tipo de suplemento protéico pode ter efeito sobre a digestibilidade ruminal da fibra.

As contribuições da SART, da SFRT e da FAPE para o teor de PB das rações (14%) foram de 21,2; 24,6 e 18,6%, respectivamente, sendo o farelo de soja o maior contribuinte, o que pode explicar em parte os resultados similares do CDT da PB das rações. Da mesma forma, Ouellet *et al.* (1997) não verificaram diferença para a digestibilidade do nitrogênio entre o tratamento com silagem de peixe (77,6%) e FAPE (77,1%). Keyserlingk e Mathison (1993), verificando o efeito da fonte de proteína (FAPE) sobre o escape de PNDR em cordeiros alimentados com uma relação volumoso:concentrado de 50:50 e não observaram diferença no CDT da PB com valor médio de 65,1%.

Com relação a digestibilidade ruminal dos nutrientes, não foi observada diferença para as rações experimentais. Os valores médios observados para CDR da MS (51,4%) e MO (65,0%) das rações com % do total digerido, apresentam-se em acordo com os dados observados para rações com relação volumoso:concentrado próxima a utilizada (Fregadolli *et al.*, 2001; Itavo *et al.*, 2002).

A ração com FAPE apresentou valor para o CDR da PB de 2,96% do total do ingerido, numericamente inferior aos observados para a ração com SART (4,31%) e SFRT (4,94%). Provavelmente, o menor teor de proteína degradável no rúmen (PDR) da FAPE propiciou o maior fluxo duodenal de PB dietética como observado (Tabela 7). Do mesmo modo, Stern *et al.* (1994) observaram maior fluxo de PB dietética para o duodeno para rações ricas em proteína de baixa degradabilidade ruminal. Os valores do CDR da PB para as rações contendo SART e SFRT pode estar correlacionada com o maior teor de PDR destas rações em relação à ração com FAPE.

O baixo CDR do EE observado no presente trabalho pode ser devido aos microrganismos ruminais não serem capazes de utilizar lipídeos como fonte de energia. Do mesmo modo, Carvalho *et al.* (1997) e Itavo *et al.* (2002) obtiveram valores médios para o CDR do EE de 1,4 e 8,9% do ingerido, respectivamente, sugerindo a não ocorrência de degradação dos lipídeos no rúmen.

O CDR da FDN apresentou valor médio de 97,70% do total digerido para as rações experimentais. Estes valores estão dentro da variação encontrada na literatura para rações com relação volumoso:concentrado de 55:45 (Carvalho *et al*., 1997; Burger *et al*., 2000 e Dias *et al*., 2000). Os valores do CDR da FDN sugerem que os valores de pH do líquido ruminal se mantiveram dentro do limite (Figura 1) que não interfere na digestão da FDN, mantendo a atividade das bactérias celulolíticas que atuam em pH acima de 6,0.

Para os CDI dos nutrientes, verificou-se que as rações tiveram efeito somente sobre o CDI do EE (p<0,05) sendo inferior para ração com FAPE, devido provavelmente à variação no teor de EE na MS destas rações.

O consumo de energia bruta não diferiu entre as rações experimentais e a inclusão da SART, SFRT e FAPE nas rações de novilhos não influenciou o CDT da EB, com valor médio estimado de 74,2% (Tabela 5). Os valores obtidos de ELm foram próximos aos valores estimados de 1,6 Mcal kg^{-1} de ELm para as rações experimentais.

Tabela 5. Consumo de energia bruta (CEB), coeficiente de digestibilidade total da energia bruta (CDT da EB) e valores energéticos das rações experimentais.
***Table 5**. Intake of crude energy (ICE), total digestibility coefficient of gross energy (TDC of GE) and energetic values of experimental rations .*

Parâmetros *Parameters*	Rações experimentais *Experimental rations*			CV% *VC%*
	SART[1] *ASTB*	SFRT[2] *FSTB*	FAPE [3] *FIME*	
CEB (Kcal kg$^{-0,75}$) *ICE*	344	329	286	19,22
CDT da EB (%) *TDC of GE (%)*	74,3	74,2	74,1	4,44
NDT (%) *TDN (%)*	74,4	74,0	73,8	3,92
Elm (Mcal kg^{-1}) *Mle (Mcal kg^{-1})*	1,7	1,7	1,7	-
ELg (Mcal kg^{-1}) *Gle (Mcal kg^{-1})*	1,2	1,1	1,1	-

[1]SART: ração contendo silagem ácida do resíduo da filetagem de tilápia; [2]SFRT: ração contendo silagem fermentada do resíduo da filetagem de tilápia; [3]FAPE: ração contendo farinha de peixe; CV: coeficiente de variação.
[1]ASTB: ration with acid silage of tilapia filleting by-product; [2]FSTB: ration with fermented silage of tilapia filleting by-product; [3]FIME: ration with fish meal. VC: variation coefficient.

O pH do líquido ruminal não diferiu ($p>0,05$) para as rações com SART, SFRT e FAPE (Figura 1). Contudo, o pH do líquido ruminal diferiu ($p<0,05$) de forma quadrática em relação ao tempo após a alimentação ($pH = 6,65177 - 0,14251T + 0,01089T^2$; $R^2 = 25\%$).

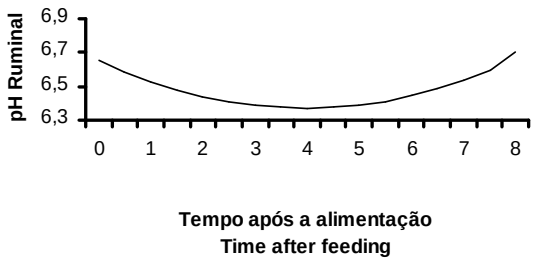

Figura 1. Valores médios estimados do pH do líquido ruminal dos bovinos em função do tempo após a alimentação das rações experimentais (SART, SFRT e FAPE).
Figure 1. *Estimates values of pH from ruminal fluid of bovine regarding to time after feeding of experimental rations (ASTB, FSTB and FIME).*

Os valores de pH variaram em média de 6,3 (3,9h após a alimentação) a 6,7 (8,0h após a alimentação), concordando com os valores obtidos por Valadares *et al.* (1997) que trabalharam com diferentes teores de concentrado e observaram valores de pH entre 6,3 a 7,1. Os menores valores de pH ruminal ocorreram no tempo de duas e quatro horas após a alimentação, concordando com Gomes (1991), em que o pH do rúmen alcança seu valor mais baixo de duas a seis horas após a alimentação.

O valor médio de pH de 6,5 do líquido ruminal pode ser devido à quantidade e qualidade do volumoso e da fonte protéica, na qual propiciam uma liberação suficiente de N-NH_3, servindo de tampão no meio, em que não permitiu uma diminuição do pH ruminal. Ouellet *et al.* (1997) observaram que a ração com FAPE apresentou pH de 6,5 e a ração com silagem fermentada de peixe de 6,6. Estes valores de pH foram parcialmente explicados pela maior salivação, já que quando a silagem de gramínea foi restrita ocorreu um maior decréscimo no pH ruminal, devido provavelmente à menor concentração de amônia proveniente da salivação, demonstrando a importância do volumoso no controle do pH ruminal.

Não houve diferença ($p>0,05$) entre as rações com SART, SFRT e FAPE sobre a concentração do N-NH3 do líquido ruminal (Figura 2). Contudo, a concentração do N-NH3 do líquido ruminal diferiu ($p<0,05$) de forma cúbica em relação ao tempo após a alimentação ($N\text{-}NH_3 = 6,01103 + 6,17112T - 1,62902T^2 + 0,11053T^3$ ($R^2 = 30\%$)).

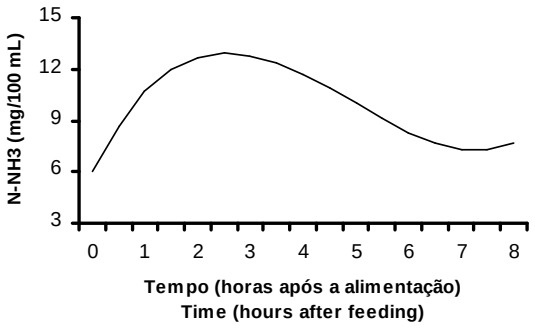

Figura 2. Valores médios estimado da concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH_3), mg 100 mL^{-1} do líquido ruminal, em função do tempo após a alimentação das rações experimentais (SART, SFRT e FAPE).
Figure 2. *Estimated value of ammonia nitrogen concentration (N-NH_3), mg 100 mL^{-1} of ruminal fluid, regarding to time after feeding for average value of experimental rations (ASTB, FSTB and FIME).*

A maior concentração de N-NH_3 observada foi de 16,0 mg 100 mL^{-1} que ocorreu no tempo 2,0h após a alimentação, e a concentração mínima foi de 4,7 mg 100 mL^{-1} de líquido ruminal que ocorreu às 8,0h após a alimentação Entretanto, a concentração máxima de N-NH_3 do líquido ruminal estimada pela equação de regressão foi de 13,0 mg 100 mL^{-1} que ocorreu 2,5h após a alimentação, e a concentração mínima foi de 6,0 mg 100 mL^{-1} de líquido ruminal que ocorreu a zero hora antes da alimentação.

Mesmo não ocorrendo diferenças para a concentração do N-NH_3 entre as rações, foi observado que as rações com SART e SFRT apresentaram maiores concentrações de N-NH_3 que variaram de 12,1 a 9,2 e 16,0 a 9,0 mg 100 mL^{-1} de líquido ruminal em relação à ração com FAPE de 11,1 a 4,7 mg 100 mL^{-1} de líquido ruminal, o que provavelmente reflete na maior quantidade e degradação da fração solúvel da PB das rações com SART e SFRT

Verificou-se que os valores médios para a concentração do N-NH_3 do líquido ruminal (9,30 mg 100 mL^{-1} de liquido ruminal) das rações

experimentais mantiveram-se abaixo da faixa proposta por Mehrez *et al.* (1977), os quais afirmaram que a máxima atividade fermentativa ruminal é obtida quando o $N\text{-}NH_3$ alcança valores entre 19 e 23 mL 100 mL^{-1} de líquido ruminal. Entretanto, a concentração média do $N\text{-}NH_3$ do líquido ruminal manteve-se acima da concentração obtida por Satter e Roffler (1975), que foi de 5 mg 100 mL^{-1} de líquido ruminal, para que a mesma não limitasse o crescimento microbiano. Isto foi confirmado pela eficiência de síntese microbiana das rações experimentais, com valor médio de 42,66 g de nitrogênio microbiano kg^{-1} MOADR.

A inclusão da SART, SFRT e FAPE nas rações não alteraram ($p>0,05$) o consumo de nitrogênio (N), fluxo duodenal de N, fluxo duodenal de N microbiano, fluxo duodenal de N não microbiano, MO aparentemente degradável no rúmen (MOADR), MO verdadeiramente degradável no rúmen (MOVDR) e a eficiência microbiana aparente e verdadeira (Tabela 6).

A eficiência de síntese microbiana (média de 42,6 g de N microbiano kg^{-1} MOADR) não diferiu entre as rações experimentais devido, provavelmente, ao CDR da MO (% total digerido) ser semelhante entre as rações, fornecendo energia fermentável no rúmen necessária para o desenvolvimento microbiano e a concentração média de N amoniacal das rações (9,3 mg 100 mL^{-1} de líquido ruminal) ter sido superior a quantidade mínima sugerida por Satter e Roffler (1975) para o desenvolvimento das bactérias ruminais. Este valor está acima do valor médio aceitável pelo ARC (1984) para a produção de proteína microbiana que é de 32 g de N-microbiano kg^{-1} MOADR, e abaixo dos valores relatados para bovinos consumindo trevo branco de 60 a 90 g de N-microbiano kg^{-1} MOADR (Combs, 2001).

Embora a ração com FAPE tenha apresentado menor valor de CDR da PB e menor concentração de amônia em relação à SART e SFRT (variação observados apenas numericamente), observa-se que a ração com FAPE apresentou uma eficiência de síntese microbiana g N-Microbiano kg^{-1} MOADR superior em 4,8% em relação à ração com SART. Esta diferença numérica observada entre as rações pode ser devido à ração com a FAPE apresentar menor teor de PDR, ocasionando uma degradação mais lenta da PB com liberação mais contínua de peptídeos e aminoácidos no rúmen, contribuindo para a síntese de proteína microbiana, pela incorporação de peptídeos e economia de energia. Estudos realizados por Espe *et al.* (1989) e Nicholson e Johnson (1991) demonstraram que durante o processo de ensilagem do resíduo de peixe ocorre hidrólise da proteína em aminoácidos livres, sugerindo que a silagem de peixe é uma fonte de aminoácidos mais prontamente disponíveis para a deaminação no rúmen e conseqüente fonte de amônia a ser usada para a síntese de proteína microbiana.

Tabela 6. Consumo de nitrogênio (CN), fluxo duodenal de nitrogênio, fluxo duodenal de nitrogênio microbiano (FDNm), fluxo duodenal de nitrogênio não microbiano (FDNnm), matéria orgânica aparentemente degradável no rúmen (MOADR), matéria orgânica verdadeiramente degradável no rúmen (MOVDR) e eficiência microbiana aparente e verdadeira das rações experimentais.

Table 7. *Nitrogen intake (NI), nitrogen duodenal flow, N microbial duodeunal flow (NmDF), N non microbial duodenal flow (NnmDF), apparent organic matter rumen degradable (AOMRD), true organic matter rumen degradable (TOMRD) and apparent and true microbial efficiency of experimental rations.*

Parâmetros *Parameters*	Rações experimentais *Experimental rations*			CV% *VC%*
	SART *ASTB*	SFRT *FSTB*	FAPE *FIME*	
CN (g dia^{-1}) *NI (g day^{-1})*	128,18	131,43	109,86	13,68
Fluxo duodenal N (g dia^{-1}) *N duodenal flow (g day^{-1})*	122,74	124,78	106,35	11,96
FDNm (%) *NmDF (%)*	79,59	80,27	77,68	16,85
FDNnm (%) *NnmDF (%)*	20,41	19,73	22,32	11,48
MOADR[1] (g dia^{-1}) *AOMRD (g day^{-1})*	2393,42	2368,98	1943,15	11,21
MOADR (% do ingerido) *AOMRD (% of intake)*	43,23	42,42	41,15	3,16
MOVDR[2] (g dia^{-1}) *TOMRD (g day^{-1})*	3742,11	3748,95	2982,87	12,39
MOVDR (% do ingerido) *TOMRD (% of intake)*	67,84	70,33	63,49	4,08
Eficiência de síntese microbiana *Microbial sinthesys efficency*				
gN-Mic kg^{-1} MOADR *AOMRD*	41,59	42,72	43,68	3,54
gN-Mic kg^{-1} MOVDR *TOMRD*	26,39	26,80	28,18	3,09

[1]MOADR: MO aparentemente degradada no rúmen; [2]MOVDR: MO verdadeiramente degradada no rúmen; [1]SART: ração contendo silagem ácida do resíduo da filetagem de tilápia; [2]SFRT: ração contendo silagem fermentada do resíduo da filetagem de tilápia; [3]FAPE: ração contendo farinha de peixe; CV: coeficiente de variação.

[1]AOMRD: apparent organic matter rumen degradable; [2]TOMRD: true organic matter rumen degradable; [1]ASTB: ration with acid silage of tilapia filleting by-produt; [2]FSTB: ration with fermented silage of tilapia filleting by -produt; [3]FIME: ration with fish meal; VC: variation coefficient.

Conclusão

A inclusão de 8% de silagem ácida e fermentada do resíduo da filetagem de tilápia nas rações experimentais de ruminantes pode ser utilizada sem prejuízos aos processos de digestão dos nutrientes e a eficiência de síntese microbiana.

Referências

ARC. *In the Nutrients requirementsof ruminants livestock*. London: CAB International, 1984.

BURGER, P.J. *et al.* Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Rev. Bras. Zootec.,* Viçosa, v. 1, p. 206-214, 2000.

BURGI. R. Uso de resíduos agrícolas de agro-industrias na alimentação de bovinos. *In:* SIMPOSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE CORTE, 2000. Goiânia. *Anais...* Goiânia: Colégio Brasileiro de

Nutrição Animal, 2000. p. 153-162.

CARVALHO, R.C. *et al.* Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 2.coeficiente de digestibilidade aparentes parciais. *Rev. Bras. Zootec.,* Viçosa, v. 26, n. 5, p. 996-1006, 1997.

CECAVA, M.J. *et al.* Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency and isolation techniques. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 73, n. 9, p. 2480-2488, 1990.

COMBS, D.K. Suplementação de vacas em lactação em sistemas intensivos de produção de leite em pasto. *In: Simpósio de nutrição e produção de gado de leite.* 1. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2001. p. 83-103.

ESPE, M. *et al.* Nutrional value of etored fish silage as a protein source for young rats. *J. Feed Agricult.,* London, v. 49, p. 259-270, 1989.

FREGADOLLI, F.L. *et al.* Efeito das fontes de amido e nitrogênio de diferentes degradabilidades ruminais. 2 – pH, concentração de amônia no líquido ruminal e eficiência da síntese microbiana. *Rev. Bras. Zootec.,* Viçosa, v. 30, n. 3, p. 870-879, 2001.

DIAS, H.L.C. *et al.* Consumo e digestão totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrados. *Rev. Bras. Zootec.,* Viçosa, v. 29, n. 2, p. 545-554, 2000.

GOMES, B.V. *Influência das características químicas e físicas das forragens sobre o consumo, degradação e cinética da digesta rumin al*. 1991. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

ÍTAVO, L.C.V. *et al.* Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. *Rev. Bras. Zootec.,* Viçosa, v. 31, n. 3 p. 1543-1552, 2002.

KEYSERLINGK, G.E.M.; MATHISON, G.W. The effect of ruminal escape protein and ambient temperature on the efficiency of utilization of metabolizable energy by lambs. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 71, p. 2206-2217, 1993.

MEHREZ, A.Z. *et al.* Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *Brist. J. Nutr.,* Shannon, v. 38, n. 3, p. 437-443, 1977.

NRC-National Research Council. *Nutrient requeriment of beef cattle.* 7. ed. Washington D.C.: National Academic Press, 1996.

NICHOLSON, J.W.G.; JOHNSON, D.A. Herring silage as a protein supplement for young cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, Vancouver, v. 71, p. 1187-1196, 1991.

OUELLET, D.R. *et al.* Effect of supplementation with fish meal or fish protein hiydrolyzate on growth, nutrient digestibility and rumen fermentation of growing cattle fed grass silage. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdan, v. 68, p. 307-326, 1997.

SATTER, L.D.; ROFFLER, R.E. Relationship between ruminal ammonia and nonprotein nitrogen utilization by ruminants. 1.Development of a model for predicting nonprotein nitrogen utilization by cattle. *J. Dairy Sci.,* Savoy, v. 58, n. 12, p. 1880-1888, 1975.

SILVA, D.J.; QUEIROZ. A.C. *Análise de alimentos* (Métodos químicos e biológicos). 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002.

SILVA, J.F.C; LEÃO, M.I. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Piracicaba: Livroceres, 1979.

SNIFFEN, C.J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.,* Savoy, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

STERN, M.D. *et al.* Dynamics of ruminal nitrogen metabolism and their impact on intestinal protein supply. *In:* PROCEEDINGS CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES. 1994, Ithaca. *Anais…* Ithaca: Cornell University, 1994. p. 105-116.

UFV-UNIVERSIDADE FEDERAL DE VISOÇA. *Manual de utilização do programa SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genéticas)* Viçosa: Universidade Estadual de Viçosa, 1997.

USHIDA, K. *et al.* Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. *Reprod. Nutr. Dev*., Les Ulis, v. 25, p. 1037-1045, 1985.

VALADARES, R.F.D. *et al.* Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais. *Rev. Bras. Zootec.,* Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1252-1258, 1997.

VAN SOEST, P.J. *et al.* Symposium: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.,* Savoy, v. 74, n. 12, p. 3583-3597, 1991.

VIDOTTI, R.M. *Produção e utilização de silagens de peixe na nutrição do pacu (Piaractus mesopotamicus)*. 2001. Tese (Doutorado em Aqüicultura)–Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

VIEIRA, P.F. *Efeito do formaldeido na proteção de proteinas e lipídios em rações para ruminantes.* 1980. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

WINDSOR, M.; BARLOW, S. *Introducion a los subproductos de pesqueria*. Espanã: Acríbia, 1984.

ZEOULA, L.M. *et al.* Degradabilidade da MS e PB e digestão intestinal *in vitro* da silagem ácida e fermentada do resíduo da filetagem de tilápia. *In:* REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40 ., 2003, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: SBZ, 2003. CD-Rom.

ZEOULA, L.M. *et al.* Frações nitrogenadas da silagem do resíduo da filetagem de tilápia e da farinha de peixe. *In:* REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004. CD-Rom.

Received on November 29, 2005.
Accepted on November 20, 2006.